

Foraminiferen und Coccolithen aus den Lias-Epsilon-Schiefern der Unkener Mulde (Tirolikum, Nördliche Kalkalpen)

VON OSKAR EBLI*

Mit 2 Abbildungen und 3 Tafeln

Kurzfassung

Nach einer kurzen Darstellung der unter- und mitteljurassischen Ablagerungsverhältnisse im Bereich der Unkener Mulde wird die Fazies und die Sedimentologie der Lias-Epsilon-Schiefer näher behandelt.

Im Systematischen Teil werden erstmals Foraminiferen und Coccolithophoriden aus dem oberen Lias der Nördlichen Kalkalpen beschrieben.

Abstract

After a brief overview of the Lower- and Middle-Jurassic sedimentation in the Unken syncline, the facies and sedimentology of the "Lias-Epsilon-Schiefer" is described.

In the taxonomic part foraminifera as well as coccolithophorids were described for the first time from Upper Liassic strata of the Northern Calcareous Alps.

1. Einleitung

Im Rahmen der geologischen Neuaufnahme der Unkener Mulde wurde das Gebiet zwischen Wielands- und Ödenbach bearbeitet (EBLI 1987). Die nachfolgend näher beschriebenen Lias-Epsilon-Schiefer sind unter den erfaßten oberhätisch bis unterkretazischen Schichtgliedern in mehrfacher Hinsicht von besonderem Interesse. Zum einen sind sie in der gängigen regionalen Spezialliteratur entweder nur ganz kurz – ohne nähere Altersangabe – als schwarze Schiefer (VORTISCH 1938: 93) oder aber überhaupt nicht (GARRISON & FISCHER 1969, WÄCHTER 1987) erwähnt. Zum anderen ließ sich aus ihnen eine relativ reiche Foraminiferenfauna und eine kleine Coccolithenflora gewinnen. Erstmals gelang auch eine zuverlässige Alterseinstufung der black shale Fazies mit Hilfe von Ammoniten (siehe 2.2).

Oberliassische Schwarzschiefer besitzen eine sehr weite Verbreitung und wurden besonders in den ehemaligen epikontinentalen Ablagerungsbereichen detailliert studiert. Neben paläontologisch-stratigraphischen Untersuchungen standen dabei auch sedimentologisch-fazielle Aspekte im Vordergrund (z. B.: KNITTER 1983; BANDEL & KNITTER 1986: Süddeutschland – RIE-

* Dipl.-Geol. O. EBLI, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, Richard-Wagner-Straße 10, 8000 München 2.

GRAF 1985; CRUX 1984; GRÜN et al. 1974: Südwestdeutschland – RICHTER 1987: Nordschweiz – GOY et al. 1979: Frankreich – MORRIS 1980: Großbritannien).

Weit weniger gut bekannt sind diese „black shales“ dagegen aus dem alpin-mediterranen Raum (z. B.: WALZEBUCK 1982: NW-Griechenland – JENKYNs 1985; JENKYNs & CLAYTON 1986: Südalpen) und den Nördlichen Kalkalpen (JACOBSHAGEN 1965, GERMANN & WALDVOGEL 1971, TOLLMANN 1976, LOBITZER et al. 1988). Ihre Verbreitung zwischen Tennengebirge und Lechtaler Alpen findet sich in GERMANN (1972).

2. Geologischer Teil

2.1 Geologischer Rahmen

Die der tirolischen Staufen-Höllengebirgs-Decke zuzuordnende Unkener Mulde befindet sich im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen in der Nähe von Lofer (Abb. 1).

Ihre einfache Struktur mit der nach SE unter die Juvavischen Decken abtauchenden Achse wurde bereits von HAHN (1910) erkannt. Auf Grund des tektonischen Baustils sind im Muldenkern vor allem jurassische und unterkretazische Sedimente anzutreffen. Diese werden zum Rand der Synklinale hin von obertriadischen Gesteinen umrahmt.

Die unterjurassische Sedimentation spiegelt im wesentlichen die bereits während der obersten Trias existierende Topographie wider. So folgt in Schwellenposition über den oberrhätischen Riff- und Riffschuttkalken ein auf den unteren Lias beschränktes, nur etwa 40 cm mächtiges Schichtglied, welches die Arbeitsbezeichnung „Bunter Liasbasiskalk“ erhalten soll. Mikrofaziell handelt es sich hierbei um einen miliolidenreichen Biomikrit bis -sparit (Wacke- bis Packstone) mit Lithoklasten und Lösungshohlräumen. Besonders auffällig ist der extrem hohe Gehalt an Foraminiferen (bis zu 250 Exemplare/cm² Schlifffläche).

Über den Bunten Liasbasiskalken schließen sich in den Profilen etwa 6 m mächtige Adnetter- und/oder Bunte Cephalopodenkalke (= Rote Biopelmikrite mit Echinodermen und bis zu 30 Foraminiferen/cm²) an. Sie werden ab dem oberen Toarcium von dem bis zu 10 m mächtigen Klauskalk (sensu KRYSSTYN 1971) überlagert. Der Großteil dieser Sedimente wird durch rote Filament-Biopelmikrite mit einer Foraminiferendichte zwischen 12 und 100 Individuen/cm² – je nach dem Auftreten von Protoglobigerinen – repräsentiert. Diese Lithologie setzt übrigens in der Unkener Mulde bereits ab dem Lias zeta ein, wie durch mehrere Grammoceraten-Funde nachgewiesen wurde (EBLI 1987). Die Rotkalk-Sedimentation endet wahrscheinlich im obersten Callovium. Diese Annahme wird durch den Fund eines Leitammoniten des mittleren Bathoniums (*Tulites (Rudiferites) sp.*), etwa 2 m unterhalb des hangenden Radiolarits, untermauert.

Aus den oberrhätischen Beckenablagerungen der Kössener Schichten entwickeln sich durch die beständig zunehmende Einschüttung von Echinodermenresten die etwa 5 m mächtigen, unterliassischen Grauen Liasbasiskalke. Diese dichtgepackten Echinodermen-Milioliden-Biopelmikrite weisen einen hohen Glaukonitgehalt auf. Die Foraminiferendichte beträgt bis zu 50 Exemplare/cm², wobei die Foraminiferenfauna bis zu 90 % aus sessilen Miliolidschalern (*Planinvolvoluta* div. sp.) besteht. Der darüber folgende, bis zu 20 m mächtige Scheibelbergkalk ist zumeist als Radiolarien-Schwammnadel-Biomikrit, seltener als Spiculit ausgebildet. Die Foraminiferenfauna weist eine geringe Individuendichte (maximal 22 Exemplare/cm²) auf. Der Scheibelbergkalk wird entweder von Klauskalk – mit welchem er sich im Gschieberggraben auch verzahnt – überlagert, oder aber beiden Schichtgliedern sind die etwa 5 m mächtigen Lias-Epsilon-Schiefer zwischengeschaltet.

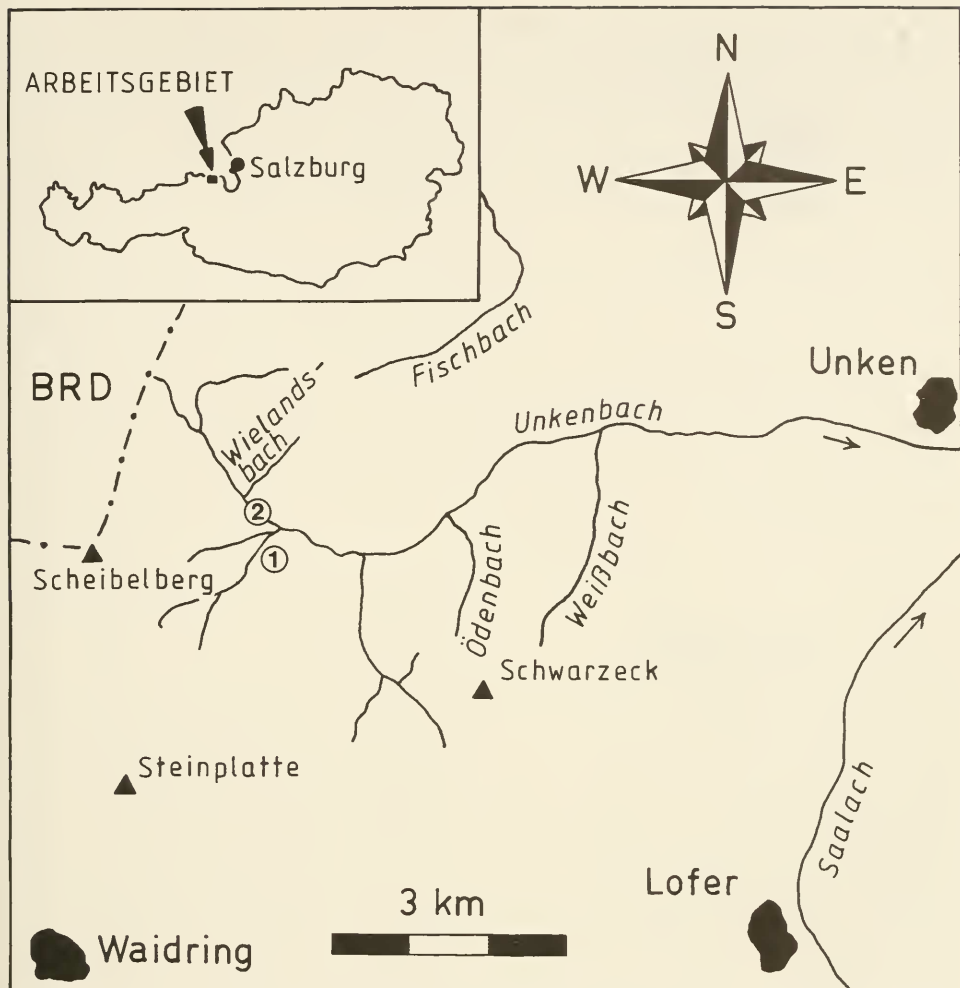


Abb. 1: Lage des Arbeitsgebietes und Position der Aufschlüsse mit Lias-Epsilon-Schiefern (1= Rudersbachtal; 2= Unkenbach, östlich der Einmündung des Wieldandsbachs).

2.2 Fazies und Sedimentologie der Lias-Epsilon-Schiefer

Die oberliassischen Schwarzschiefer der Unkenener Mulde sind ausschließlich im Bereich des Unkenbachs aufgeschlossen (Abb. 1). Sie entwickeln sich sehr schnell aus dem liegenden, kiesigen Scheibenbergkalk durch die Einschaltung von bis zu 3 cm mächtigen, dunkelgrauen und grünen Tonsteinen und Mergeln (Abb. 2).

Lithologisch stellen sie tonig-siltige, zum Teil auch feinsandige, plattige, hellgrau verwitternde Blättermergel und Tonsteine dar. Die Schichtflächen sind oftmals von feinen Pflanzenhäckseln bedeckt. Die grauschwarze Farbe des frischen Gesteins wird von GERMANN & WALDVOGEL (1971) auf einen hohen Gehalt an organischen Kohlenwasserstoffen und auf feinverteilten Pyrit zurückgeführt. Der Kalkgehalt der untersuchten Proben schwankt zumeist zwischen

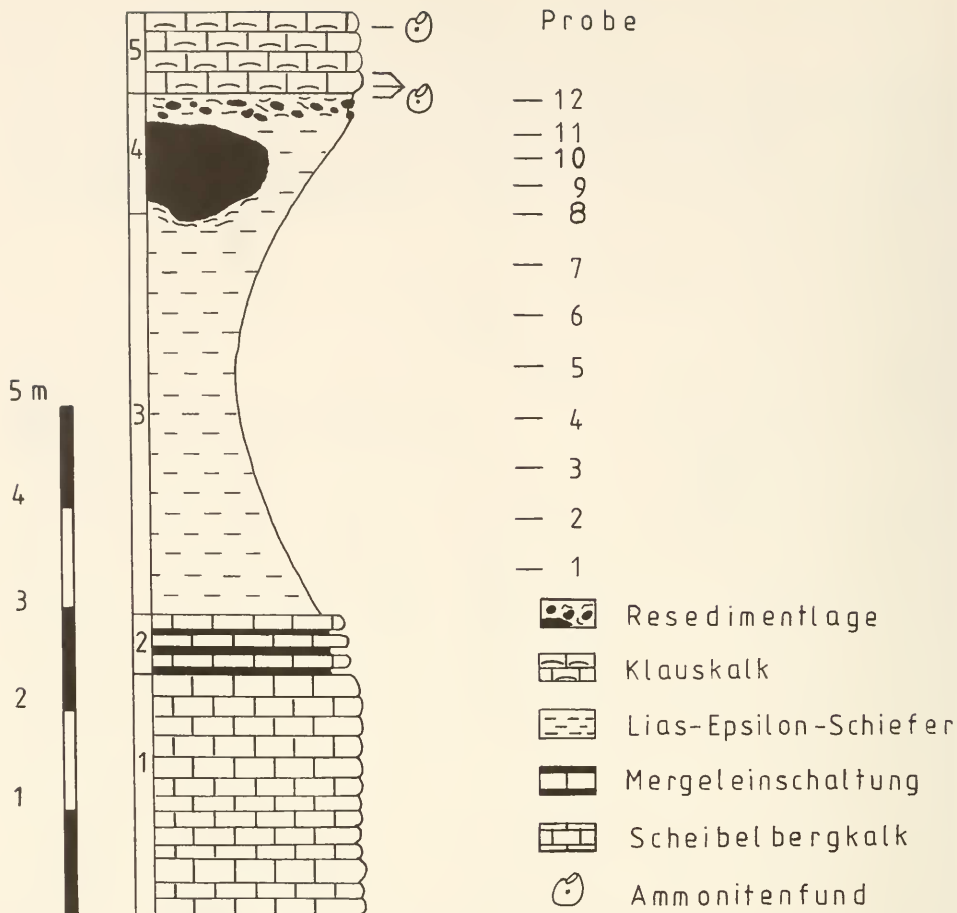


Abb. 2: Das Profil der Lias-Epsilon-Schiefer im Unkenbach, östlich des Wielandsbachs. Beschreibung siehe Text.

3,5 und 26 %. Nur in Ausnahmefällen konnten höhere Werte (65 % und 68 % in den Proben 7 und 8) gemessen werden. Solche kalkhaltigeren Partien werden häufig von unregelmäßig-welligen Styolithen niedriger Amplitude durchzogen (Taf. 1, Fig. 2). An ihnen reichern sich neben Pyrit auch die Bitumina an. Die Lamination der Schwarzschiefer beruht in diesen Fällen also auf der Ausbildung von Drucklösungsebenen und ist als Stylobedding zu bezeichnen. Schichtparallele, im Querschnitt ellipsenförmig ausgelängte, helle Bereiche (schwach kompaktierte Grabgänge) sind von Peloiden erfüllt und mikrosparitisch zementiert. Da sie intern keine Styolithen aufweisen, ist ihre frühdiagenetische Verfestigung angezeigt. Für die kalkärmeren Lagen konnte keine diagenetische Überprägung der ursprünglichen Lamination und auch keine Bioturbation nachgewiesen werden.

Das Ausklingen der Schwarzschiefersedimentation vollzieht sich in einem maximal 1 m mächtigen Bereich (Abb. 2, Schicht 4). Dieser führt bis zu 2 m große Adneter- und Scheibelbergkalk-Klasten. Erstere sind sehr häufig und stets sekundär entfärbt. Die durchschnittliche Korngröße der Resedimente liegt zumeist im ruditisch-arenitischen Bereich. An der Basis der

größten Komponenten sind die unterlagernden Schwarzschiefer stark ausgequetscht und gestaucht. Neben feinblättrigen, grünen Mergellagen treten auch bis zu 3 cm mächtige, bioturbate, schwärzlich-graue Kalkbänke auf, deren Biogeninhalt sich vor allem aus Filamenten und Echinodermenresten, seltener Foraminiferen, zusammensetzt (Taf. 1, Abb. 3). Lithoklasten sind stets – wenn auch in wechselnden Quantitäten – präsent und sind für den knolligen Habitus mancher Bänke verantwortlich. Sie werden häufig von Styolithen umgrenzt, an welchen sich auch Malachit anreichern kann. Als weitere wichtige abiogene Komponente ist Pyrit zu nennen.

Der Übergang zu den hangenden Klauskalken ist scharf und wird durch einen Farbwechsel von grünlich-grau nach rot betont. Lokal (Vorkommen 1 am Rudersbach) kann am Top der Epsilon-Schiefer eine Lumachelle ausgebildet sein.

Im Unkenbachprofil fand sich in der hangendsten Schwarzschieferlage *Arietoceras* sp., darüber konnte aus der basalen Rotkalklage *Collina* cf. *gemma* BONARELLI geborgen werden. Dieser Ammonit ist für die oberste *bifrons*-Zone (*braunianus*-Subzone) leitend. Eine Umlagerung dieses Fossils aus älteren Schichten ist unwahrscheinlich, da oberhalb des Fundpunktes eine allmählich jünger werdende Ammonitenfauna aufgesammelt werden konnte. Sie besteht aus *Phymatoceras* cf. *evolutum* MERLA (*variabilis*-Zone) und *Grammoceras* cf. *penestriatulum* BUCKMAN (*thouarsense*-Zone). Somit ist für die Schwarzschiefer der Unken Mulde als zeitliche Obergrenze die oberste *bifrons*-Zone nachgewiesen, während das Einsetzen der Sedimentation auf Grund der sehr spärlichen Makrofossilführung des Scheibelbergkalkes bisher nicht datiert werden konnte.

Nach JENKYN (1985) fand zu Beginn des oberen Lias eine Transgression statt, welche zusammen mit synsedimentärer Blocktektonik und einer erhöhten organischen Produktivität der Oberflächenwässer als Folge von upwelling für die Entstehung der Schwarzschieferfazies verantwortlich zu machen ist. Tatsächlich spiegelt eine östlich des Wielandsbaches in die hangendsten Partien des Scheibelbergkalkes eingeschaltete, 1 m mächtige Brekzienlage tektonische Bewegungen kurz vor dem Einsetzen der black shale Sedimentation wider. Eine hohe Bioproduktivität der Oberflächenwässer konnte für den Bereich der Unken Mulde nicht direkt nachgewiesen werden, da Radiolarien als indikative Organismen für eine solche Fertilität (WALZEBUCK 1982) selten sind. Dies ist aber in den zeitgleich in die Schichtfolge der Allgäuschichten eingeschalteten Sachranger Schiefer (TOLLMANN 1976) anders, da dort auch Radiolarien-Laminite anzutreffen sind. Die Feinschichtung beruht bei ihnen auf einem Wechsel heller, radiolarienreicher Lagen mit dunkleren, biogenärmeren Bereichen (ANTONIADIS 1975; SCHLAGINTWEIT 1986; vgl. Taf. 1, Fig. 4). Eventuell massenhaft entstandenes Nannoplankton als weiterer Anzeiger für upwelling Vorgänge wurde durch die Umkristallisation des feinkörnigen Sedimentanteils fast vollkommen zerstört. So blieben nur wenige lösungsresistente Arten erhalten, die zumeist aber auch noch schlecht erhalten sind.

Die ökologischen Gegebenheiten waren während der gesamten Schwarzschiefersedimentation ausreichend um die Besiedelung des Meeresbodens durch benthonische Organismen (ausschließlich Foraminiferen und Ostrakoden) zu ermöglichen. Demgegenüber herrschten kurz unterhalb der Sedimentoberfläche zumeist reduzierende Bedingungen – durch einen hohen Pyritgehalt hinreichend dokumentiert – so daß eine Endofauna nicht existieren konnte. Bioturbate Gefüge treten erst ab der Probe 7 auf und deuten ein dysaerobes Milieu an (BYERS 1977).

Bei der gemeinsamen Geländebegehung mit Dr. L. A. KODINA (Moskau) und Dr. H. LOBITZER (Wien) wurde die Vermutung, daß es sich bei den Lias-Epsilon-Schiefen der Unken Mulde um eine eigenständige black-shale-Entwicklung handelt, bestätigt. Auf die Einführung eines neuen Schichtnamens – zu denken wäre an „Unken Schiefer“ – wird aber vorerst noch verzichtet, da im Rahmen meiner Dissertation eine überregionale, sedimentologisch-fazielle Bearbeitung alpiner Lias-Schwarzschiefer folgen wird.

3. Paläontologisch-systematischer Teil

Die Beschreibung der Foraminiferen folgt der Systematik von LOEBLICH & TAPPAN (1987). Auf ausführliche Synonymylisten wurde verzichtet, da diese zumeist in RIEGRAF (1985) zu finden sind.

Der Abhandlung des kalkigen Nannoplanktons liegt das System von BOWN (1987) zugrunde. Diese Arbeit enthält neben ausführlichen Gattungs- und Artdiagnosen auch umfangreiche Literaturzitate.

3.1 Foraminiferen

Unterordnung Textulariina DELAGE & HEROUARD, 1896

Familie Psammosphaeridae HAECKEL, 1894

Unterfamilie Psammosphaerinae HAECKEL, 1894

Gattung *Annulina* TERQUEM, 1862

Annulina metensis TERQUEM, 1862

(Taf. 2, Fig. 1)

*1862 *Annulina metensis* – TERQUEM, 433, Taf. 5, Fig. 6 a, b

1964 *Annulina metensis* TERQ. – KRISTAN-TOLLMANN, 168, ohne Abb.

1970 *Annulina metensis* TERQ. – FUCHS, 117, Taf. 9, Fig. 8

1985 *Annulina metensis* TERQ. – RIEGRAF, 91, Taf. 5, Fig. 12

1986 *Annulina metensis* TERQ. – FISCHER et al., 83, Taf. 16, Fig. 4

Beschreibung: Helle, feinagglutinierende Foraminifere mit einem Durchmesser zwischen 0,3 und 0,5 mm.

Bemerkungen: Obwohl die vorliegenden Exemplare etwas kleiner als diejenigen der Originalbeschreibung (0,8 mm) sind, liegen sie jedoch gut in dem von FISCHER et al. (1986) angegebenen Größenbereich (0,3–0,65 mm) der Gattung.

Vorkommen: Selten in der Probe 8.

Oberfamilie Ammodiscacea REUSS, 1862

Familie Ammodiscidae REUSS, 1862

Unterfamilie Ammodiscinae REUSS, 1862

Gattung *Ammodiscus* REUSS, 1862

Ammodiscus siliceus (TERQUEM, 1862)

(Taf. 2, Fig. 2)

*1862 *Involuntina silicea*. – TERQUEM, 456, Taf. 6, Fig. 11 a, b

1984 *Ammodiscus siliceus asper* (TERQ.). – RIEGRAF et al., Taf. 4, Fig. 114, Fig. 117.

1985 *Ammodiscus siliceus* (TERQ.). – RIEGRAF, 94, Taf. 5, Fig. 21–23

Beschreibung: Kleines, scheibenförmiges Gehäuse aus einem kugelförmigen Proloculus und einer zweiten, in einer Ebene aufgerollten Kammer. Die Größe beträgt zwischen 0,3 und 0,6 mm.

Vorkommen: Selten bis häufig in den Proben 5, 8 und 11.

Unterfamilie Ammovertellinae SULEYMANOV, 1959
Gattung *Glomospira* RZEHAJ, 1885

Glomospira variabilis (KÜBLER & ZWINGLI, 1876)
(Taf. 2, Fig. 3 u. 4)

*1870 *Cornuspira variabilis*. — KÜBLER & ZWINGLI, 33, Taf. 4, Fig. 4

1968 *Clomospira variabilis* (KÜBLER & ZWINGLI). — OESTERLE, 711, Abb. 8, 9, 10a–d

1984 *Glomospira variabilis* (KÜBLER & ZWINGLI). — RIEGRAF et al., 679, Taf. 8, Fig. 184–186

Beschreibung: Eine sehr variable Art der Gattung *Glomospira*. Sind die ersten Windungen des Gehäuses noch vollkommen unregelmäßig, so sind die letzten Umgänge durch eine wesentlich geordnetere Tendenz der Aufrollung in einer Ebene ausgezeichnet. Die Größe beträgt zwischen 0,2 und 0,3 mm.

Vorkommen: Häufig in der Probe 4, ansonsten selten (Probe 2, 6 und 8) oder gänzlich fehlend.

Oberfamilie Spiroplectamminaceae CUSHMAN, 1927
Familie Spiroplectamminidae CUSHMAN, 1927
Unterfamilie Spiroplectammininae CUSHMAN, 1927
Gattung *Spiroplectammina* CUSHMAN, 1927

Spiroplectammina sp.
(Taf. 2, Fig. 5)

Beschreibung: Einer nur aus wenigen Kammern bestehenden Spira schließt sich ein langer, gerade gestreckter, biserialer Teil an. Dieser besteht aus bis zu 8 gegeneinander versetzten Kammern, welche breiter als hoch sind, und deren Größe nur langsam zunimmt. Die zwischen 0,4 und 0,65 mm großen Gehäuse können nachträglich deformiert werden.

Vorkommen: Ausschließlich in Probe 3.

Unterordnung Involutinina HOHENEGGER & PILLER, 1977
Familie Involutinidae BÜTSCHLI, 1880
Unterfamilie Involutinae BÜTSCHLI, 1880
Gattung *Involutina* TERQUEM, 1862

Involutina liassica (JONES, 1853)
(Taf. 2, Fig. 6–7)

*1853 *Nummulites liassicus*. — JONES, 275

1964 *Involutina liassica* (JONES). — KRISTAN-TOLLMANN, 59, Taf. 8, Fig. 9

1970 *Involutina turgida* KRISTAN. — FUCHS, 116, Taf. 9, Fig. 6

1978 *Involutina liassica* (JONES). — PILLER, 65, Taf. 13, Fig. 1–9

Bemerkungen: Der ausgezeichneten Beschreibung von PILLER (1978) ist nichts hinzuzufügen. Im vorliegenden Material schwankt die Größe der Art zwischen 0,4 und 0,8 mm. Isoliertes Material ist vor allem bei KRISTAN-TOLLMANN (1964) abgebildet.

Vorkommen: Massenhaft in den Proben 2 und 4.

Gattung *Trocholina* PAALZOW, 1922

Trocholina umbo FRENTZEN, 1941
(Taf. 2, Fig. 8–9)

- *1941 *Trocholina umbo*. — FRENTZEN, 306, Taf. 1, Fig. 12
1978 *Trocholina umbo* FRENTZEN. — PILLER, 81, Taf. 20, Fig. 9–11, 13, 14, 16–17
1984 *Trocholina umbo* FRENTZEN. — RIEGRAF et al., 689, Taf. 7, Fig. 181–182

Bemerkungen: Auch diese Spezies wurde von PILLER (1978) eingehend beschrieben. Bemerkenswert ist die große Variabilität der Art, welche von flach-konischen (Taf. 2, Fig. 9) bis zu hochkegelförmigen Gehäusen (Taf. 2, Fig. 8) alle Übergänge erkennen läßt. Im vorliegenden Material sind die Gehäuse meist glatt und die Windungen sind, wenn überhaupt, nur durch schwache Strukturen gekennzeichnet. Im Durchlicht lassen sich zwischen 5 und 7 Umgänge des Deuterolocus erkennen. Der Nabel ist stets eingesenkt.

Vorkommen: Selten in der Probe 3.

Unterordnung Miliolina DELAGE & HEROUARD, 1896
Oberfamilie Cornuspiracea SCHULTE, 1854
Familie Cornuspiridae SCHULTE, 1854
Unterfamilie Cornuspirinae SCHULTE, 1854
Gattung *Cyclogyra* WOOD, 1842

Cyclogyra orbicula (TERQUEM & BERTHELIN, 1875)
(Taf. 2, Abb. 10)

- *1875 *Spirillina orbicula*. — TERQUEM & BERTHELIN, 17, Taf. 1, Fig. 12
1970 *Cyclogyra orbicula* (TERQUEM & BERTHELIN). — FUCHS, 73, Taf. 1, Fig. 2
1985 *Cyclogyra orbicula* (TERQUEM & BERTHELIN). — RIEGRAF, 101, Taf. 6, Fig. 31.

Beschreibung: Das zur Mitte hin schwach eingetiefte, porzellanartige Gehäuse besteht aus einem kleinen Proloculus, um den sich planispiral bis zu 4 Windungen des Deuterolocus anschließen.

Gehäusegröße 0,5–0,55 mm.

Vorkommen: Sehr selten in der Probe 2.

Unterordnung Lagenina DELAGE & HEROUARD, 1896
Oberfamilie Nodosariacea EHRENBERG, 1838
Familie Nodosariidae EHRENBERG, 1838
Unterfamilie Nodosariinae EHRENBERG, 1838

Gattung *Dentalina* RISSO, 1826

Dentalina integra (KÜBLER & ZWINGLI, 1866)
(Taf. 2, Fig. 11)

- *1866 *Vaginulina integra*. — KÜBLER & ZWINGLI, 8, Taf. 1, Fig. 2
1968 *Dentalina integra* (KÜBLER & ZWINGLI). — WEIZEL, 27, Taf. 1, Fig. 57

1984 *Dentalina integra* (KÜBLER & ZWINGLI). — RIEGRAF et al., 682, Taf. 5, Fig. 136–137

1985 *Dentalina integra* (KÜBLER & ZWINGLI). — RIEGRAF, 113, Taf. 7, Fig. 31

Beschreibung: Leicht gebogenes Gehäuse mit rundlichem bis zugespitztem Anfangsteil. Die Kammern sind im Aufsicht zumeist nur andeutungsweise zu erkennen (vgl. auch RIEGRAF 1985). Die Größe schwankt zwischen 0,7 und 1,2 mm.

Vorkommen: Selten bis häufig in den Proben 1, 2, 4, 6 und 10.

Dentalina subulata FRANKE, 1936

(Taf. 2, Abb. 12)

*1936 *Dentalina subulata*. — FRANKE, 27, Taf. 2, Fig. 11

1968 *Dentalina subulata* FRANKE. — WELZEL, 21, Taf. 1, Fig. 51

1984 *Dentalina subulata* FRANKE. — RIEGRAF et al., 683, Taf. 5, Fig. 147–148

Beschreibung: Das wenig gebogene, glatte, schlanke Gehäuse läßt im Aufsicht keine Kammern erkennen. Die Spezies ist leicht von *D. integra* zu unterscheiden, da sie zierlicher gebaut ist.

Vorkommen: Selten in den Proben 4 und 6.

Gattung *Nodosaria* LAMARCK, 1812

Nodosaria apheilolocula TAPPAN, 1955

*1875 *Nodosaria incerta*. — TERQUEM & BERTHELIN, 18, Taf. 1, Fig. 15

1955 *Nodosaria apheilolocula*. — TAPPAN, 68, Taf. 24, Fig. 6–7

1984 *Nodosaria apheilolocula* TAPPAN. — RIEGRAF et al., 681, Taf. 5, Fig. 130

1985 *Nodosaria apheilolocula* TAPPAN. — RIEGRAF, 104, Taf. 7, Fig. 6–8

1986 *Nodosaria apheilolocula* TAPPAN. — FISCHER et al., 96, Taf. 19, Fig. 4

Beschreibung: Das Gehäuse besteht aus kugelförmigen, bestachelten Kammern, welche durch dünne Mündungsröhrchen miteinander verbunden sind. Im vorliegenden Material liegt die filigrane Art stets in Bruchstücken (Einzelkammern um 0,12 mm Größe) vor. Zudem sind die kleinen Stacheln häufig rekristallisiert (vgl. auch RIEGRAF et al. 1984).

Vorkommen: Selten in den Proben 2 und 10.

Gattung *Pseudonodosaria* BOOMGAART, 1949

Pseudonodosaria vulgata (BORNEMANN, 1854)

(Taf. 2, Fig. 13)

*1854 *Glandulina vulgata*. — BORNEMANN, 31, 78, Taf. 2, Fig. 1–2

1964 *Rectoglandulina vulgata* (BORNEMANN). — KRISTAN-TOLLMANN, 83, Taf. 12, Fig. 13–14

1968 *Pseudonodosaria vulgata vulgata* (BORNEMANN). — WELZEL, 17, Abb. 2, Taf. 1, Fig. 39

1984 *Pseudonodosaria vulgata* (BORNEMANN). — RIEGRAF et al., 687, Taf. 1, Fig. 35

1985 *Pseudonodosaria vulgata* (BORNEMANN). — RIEGRAF, 110, Taf. 10, Fig. 30

1986 *Pseudonodosaria vulgata* (BORNEMANN). — FISCHER et al., 96, Taf. 19, Fig. 6–9

1987 *Pseudonodosaria vulgata* (BORNEMANN). — TRÖSTER, Taf. 2, Fig. 11–12

Beschreibung: Glattschalige, zumeist gedrunge-keulenförmige Gehäuse mit 4–7 Kammern und einer Größe zwischen 0,35 und 0,6 mm. Die Größenzunahme der Kammern erfolgt nur in seltenen Fällen unregelmäßig. Ein guter Überblick über die Variabilität der Art wird von WELZEL (1968) gegeben.

Vorkommen: Selten bis häufig in allen untersuchten Proben.

Pseudonodosaria melo (BORNEMANN, 1854
(Taf. 2, Abb. 14)

*1854 *Glandulina melo* – BORNEMANN, 35, Taf. 2, Fig. 3

1968 *Pseudonodosaria melo* (BORNEMANN). – WELZEL, 19, Taf. 1, Fig. 45

1985 *Pseudonodosaria melo* (BORNEMANN). – RIEGRAF, 111, Taf. 10, Fig. 35–37

Beschreibung: Spindelförmiges, 4kammeriges Gehäuse mit 10 scharfen Rippen und leicht angespitztem Proloculus. Nahteinschnitte fehlen. Die Größe beträgt 1,05 mm.

Vorkommen: Sehr selten (Einzelfund) in Probe 8.

Pseudonodosaria multicostrata (BORNEMANN, 1854)
(Taf. 2, Fig. 15)

*1854 *Orthocerina multicostrata* – BORNEMANN, 35, Taf. 3, Fig. 14–15

1968 *Pseudonodosaria multicostrata* (BORNEMANN). – WELZEL, 20, Taf. 1, Fig. 47

1970 *Pseudonodosaria multicostrata* (BORNEMANN). – FUCHS, 104, Taf. 8, Fig. 8

1976 *Pseudonodosaria multicostrata* (BORNEMANN). – RUGET, 65, Taf. 7, Fig. 1–13

1985 *Pseudonodosaria multicostrata* (BORNEMANN). – RIEGRAF, 110, ohne Abb.

1985 *Pseudonodosaria multicostrata* (BORNEMANN). – RUGET, 63, Taf. 24, Fig. 5, 9–14

Beschreibung: Zwischen 0,35 und 0,5 mm große Gehäuse mit 8–10 kräftig ausgebildeten Rippen, welche als artspezifisches Merkmal nicht bis zur Mündung durchziehen und somit eine skulpturlose Mündungsplattform freilassen (WELZEL 1968).

Bemerkungen: Die vorliegenden Exemplare zeigen weniger, aber dafür deutlich kräftigere Längsrippen als die von WELZEL (1968) und FUCHS (1970) abgebildeten Individuen. Demgegenüber werden von RUGET (1976, 1985) mit dem Untersuchungsmaterial identische, 10rippige Formen zu *P. multicostrata* gestellt.

Vorkommen: Selten in den Proben 2 und 4.

Unterfamilie Lingulininae LOEBLICH & TAPPAN, 1961
Gattung *Lingulina* d'ORBIGNY, 1826

Lingulina tenera BORNEMANN, 1854
(Taf. 2, Fig. 16–17)

*1854 *Lingulina tenera*. – BORNEMANN, 38, Taf. 3, Fig. 24

1968 *Lingulina tenera tenera* BORNEMANN. – WELZEL, 36, Abb. 4, Taf. 2, Fig. 19

1970 *Lingulina tenera tenera* BORNEMANN. – FUCHS, 108, Taf. 8, Fig. 1, 12, 15

1985 *Lingulina tenera* BORNEMANN. – RIEGRAF, 145, Taf. 11, Fig. 21–25

Beschreibung: Gedrungene bis gestreckte Gehäuse mit zumeist 4 Hauptrippen, zwischen welche sich auch Nebenrippen (z. B. Taf. 2, Fig. 17) einschalten können. Die Größe beträgt zwischen 0,4 und 0,5 mm. Die Mündung ist schlitzförmig.

Bemerkungen: WELZEL (1968) dokumentiert in seiner Textabb. 4 die große Variabilität der Spezies und kommt nach einer ausführlichen Diskussion zu dem Schluß, daß eine objektive Unterscheidung von Unterarten nicht möglich ist. Eine ähnliche Auffassung vertritt RIEGRAF (1985), der alle gröber berippten Formen, welche neben den 4 Hauptrippen bis zu 4 Nebenrippen aufweisen können, zu *L. tenera* stellt.

Vorkommen: Häufig bis selten in den Proben 2, 7, 8 und 10.

Unterfamilie Frondiculariinae REUSS, 1860
Gattung *Frondicularia* DEFRANCE in d'ORBIGNY, 1826

Frondicularia major BORNEMANN, 1854

- *1854 *Frondicularia major*. — BORNEMANN, 36, Taf. 3, Fig. 21
1968 *Frondicularia major* BORNEMANN. — WELZEL, 37, Taf. 2, Fig. 20
1984 *Frondicularia major* BORNEMANN. — RIEGRAF et al., 684, Taf. 1, Fig. 21

Beschreibung: Allseits abgerundetes, glattes, 7kammriges Gehäuse mit einer Größe um 0,6 mm.

Vorkommen: Sehr selten in der Probe 2 (Einzelfund).

Familie Vaginulinidae REUSS, 1860
Unterfamilie Lenticulininae CHAPMAN, PARR & COLLINS, 1934

Gattung *Astacolus* DE MONTFORT, 1808

Astacolus varians (BORNEMANN, 1854)
(Taf. 3, Fig. 1)

- *1854 *Cristellaria varians*. — BORNEMANN, 41, Taf. 4, Fig. 32–34
1964 *Lenticulina varians varians* (BORNEMANN). — KRISTAN-TOLLMANN, 112, Taf. 26, Fig. 10
1968 *Lenticulina varians varians* (BORNEMANN). — WELZEL, 43, Taf. 2, Fig. 32–33
1984 *Astacolus varians* (BORNEMANN). — RIEGRAF et al., 683, Taf. 6, Fig. 149
1985 *Astacolus varians* (BORNEMANN). — RIEGRAF, 120, Taf. 8, Fig. 11
1986 *Lenticulina varians* (BORNEMANN). — FISCHER et al., 87, Taf. 17, Fig. 4–5

Bemerkungen: Die im Untersuchungsmaterial sehr häufige und sehr variable Art wurde durch WELZEL (1968) ausreichend beschrieben, jedoch ist die Aufsplitterung in zahlreiche Unterarten nicht sinnvoll, da zwischen diesen alle Übergänge bestehen (vgl. auch FISCHER et al. 1986). Flügelsäume sind nur sehr selten zu beobachten.

Vorkommen: Häufig in allen Proben.

Astacolus matutina (d'ORBIGNY, 1849)
(Taf. 3, Abb. 2)

- *1849 *Cristellaria matutina*. — d'ORBIGNY, 242, no. 264
1964 *Lenticulina (Astacolus) matutina matutina* (d'ORBIGNY). — KRISTAN-TOLLMANN, 115, Taf. 22, Fig. 1–8, Taf. 23, Fig. 1
1968 *Astacolus matutinus matutinus* (d'ORBIGNY). — WELZEL, 45, Taf. 2, Fig. 35
1986 *Lenticulina matutina* (d'ORBIGNY). — FISCHER et al., 88, Taf. 17, Fig. 9

Bemerkungen: Die Art wurde sehr ausführlich von KRISTAN-TOLLMANN (1964) beschrieben. Die Autorin bildet auch die große Variabilität der Spezies ab, welche in ähnlichem Maße auch im alpinen Lias beobachtet werden konnte.

Vorkommen: Sehr häufig in der Probe 3, ansonsten selten.

Gattung *Lenticulina* LAMARCK, 1804

Lenticulina subalata (REUSS, 1854) (Taf. 3, Fig. 3)

*1854 *Cristellaria subalata*. — REUSS, 76, Taf. 8, Fig. 10, Taf. 9, Fig. 1

1937 *Cristellaria (Lenticulina) subalata* REUSS. — BARTENSTEIN & BRAND, 176, Taf. 6, Fig. 35, Taf. 9, Fig. 54–55, Taf. 10, Fig. 41–42 etc.

1981 *Lenticulina subalata* (REUSS). — COLEMAN, 120, Taf. 6.2.3, Fig. 13

Beschreibung: Oftmals gekielte Gehäuse mit charakteristisch gebogenen, starken Rippen, welche sich zu einem Nabelpropf vereinigen. Die letzte Kammer zieht bis zum Spiralteil hinunter.

Vorkommen: Häufig in der Probe 2.

Lenticulina gottingensis (BORNEMANN, 1854) (Taf. 3, Abb. 4)

*1854 *Robulina gottingensis*. — BORNEMANN, 43, Taf. 4, Fig. 40–41

1964 *Lenticulina (Lenticulina) gottingensis* (BORNEMANN). — KRISTAN-TOLLMANN, 107, Taf. 19, Fig. 3–7

1984 *Lenticulina gottingensis* (BORNEMANN). — RIEGRAF et al, 684, Taf. 6, Fig. 159

1985 *Lenticulina gottingensis* (BORNEMANN). — RIEGRAF, 122, Taf. 8, Fig. 29–30.

Beschreibung: Ungekieltes oder nur stumpf gekieltes, glattes, 6- bis 10kammeriges Gehäuse mit einer Größe zwischen 0,48 und 0,63 mm. Das Mundfeld ist umgekehrt herzförmig.

Vorkommen: Die bei weitem häufigste Lenticulinen-Art ist in allen Proben anzutreffen.

Lenticulina polygonata (FRANKE, 1936)

*1936 *Cristellaria (Lenticulina) polygonata*. — FRANKE, 118, Taf. 12, Fig. 1–2

1985 *Lenticulina polygonata* (FRANKE). — RIEGRAF, 123, Taf. 9, Fig. 2–3

1987 *Lenticulina polygonata* (FRANKE). — TRÖSTER, Taf. 2, Fig. 16

Bemerkung: Die Art ist durch den polygonalen Umriss charakterisiert.

Vorkommen: Selten in den Proben 2, 5 und 10.

Gattung *Palmula* LEA, 1833

Palmula cuneiformis (TERQUEM, 1866) (Taf. 3, Fig. 5)

*1866 *Flabellina cuneiformis*. — TERQUEM, 522, Taf. 22, Fig. 18–19

1985 *Palmula cuneiformis* TERQUEM. — RIEGRAF, 125, Taf. 10, Fig. 9–10

Beschreibung: Flaches, langgestrecktes, schmales Gehäuse mit „Lenticulina-ähnlichem“ Anfangsteil, gefolgt von 4–6 reitenden Kammern. Die Größe schwankt zwischen 0,5 und 1,1 mm.

Vorkommen: Häufig in den Proben 5 und 10.

Palmula liassica (KÜBLER & ZWINGLI, 1866)
(Taf. 3, Fig. 6)

*1866 *Flabellina liassica*. — KÜBLER & ZWINGLI, 10, Taf. 2, Fig. 3

1985 *Palmula liassica* (KÜBLER & ZWINGLI). — RIEGRAF, 125, Taf. 10, Fig. 7–8

Beschreibung: Dem lenticulinösen Anfangsteil folgen 2–4 reitende Kammern des Adultstadiums. Die Größe beträgt zwischen 0,6 und 0,8 mm.

Bemerkungen: *P. liassica* unterscheidet sich von *P. cuneiformis* durch das breitere Gehäuse und die sich stärker umfassenden reitenden Kammern.

Vorkommen: Selten in den Proben 2 und 10.

Palmula securiformis (TERQUEM, 1863)
(Taf. 3, Abb. 7)

*1863 *Flabellina securiformis*. — TERQUEM, 216, Taf. 10, Fig. 12

1985 *Palmula securiformis* (TERQUEM). — RIEGRAF, 126, Taf. 10, Fig. 11–12

Beschreibung: Das Adultstadium wird von 2–3 unsymmetrischen Kammern gebildet. Die Größe beträgt 0,9 mm.

Bemerkungen: *P. securiformis* unterscheidet sich von *P. cuneiformis* durch das gedrungenere Gehäuse, von *P. liassica* durch die unsymmetrischen, nicht so weit herabziehenden reitenden Kammern.

Vorkommen: Einzelfund in der Probe 2.

Unterfamilie Marginulinae WEDEKIND, 1937
Gattung *Marginulina* d'ORBIGNY, 1826

Marginulina minuta TERQUEM, 1868
(Taf. 3, Fig. 8)

*1863 *Marginulina minuta*. — TERQUEM, 129, Taf. 8, Fig. 27–30

1985 *Marginulina minuta* TERQUEM. — RIEGRAF, 131, Taf. 9, Fig. 19–21

Beschreibung: Langgestrecktes Gehäuse mit leicht schräg gestellten Kammern. Die Nähte sind nur angedeutet, der Anfangsteil ist etwas eingerollt. Die Höhe beträgt 0,95 mm.

Vorkommen: Sehr selten in der Probe 5 (Einzelfund).

Unterfamilie Vaginulininae REUSS, 1860
Gattung *Citharina* d'ORBIGNY in LA SAGRA, 1839

Citharina gradata (TERQUEM, 1863)
(Taf. 3, Fig. 9)

- *1863 *Marginulina longuemari* var. *gradata*. — TERQUEM, 194, Taf. 8, Fig. 18
1985 *Citharina gradata* (TERQUEM). — RIEGRAF, 138, Taf. 8, Fig. 19–22

Beschreibung: Zwischen 0,7 und 1,2 mm große Gehäuse mit unregelmäßiger, teilweise unterbrochener Berippung und randlich liegender Mündung.

Bemerkungen: RIEGRAF (1985) faßt zahlreiche *Citharina*-Arten zusammen und begründet dieses Vorgehen mit der hohen Variabilität der Art. Eine ähnliche, wie von dem genannten Autor abgebildete morphologische Bandbreite der Spezies konnte auch im alpinen Material beobachtet werden.

Vorkommen: Häufig in der Probe 10, selten in den Proben 1 und 2.

3.2 Kalkiges Nannoplankton

Das Vorkommen von kalkigem Nannoplankton ist im untersuchten Material auf die Probe 10 beschränkt, wo in einem stark bituminösen Grabgang ausschließlich lösungsresistente Coccolithen-Arten gefunden wurden. Sie verdankend ihre Überlieferung wohl nur dem Umstand, daß sie in diesem besonderen Milieu der sonst vorherrschenden Umkristallisation des Ausgangssediments nicht zu stark ausgesetzt waren.

Klasse PRYMNESIOPHYCEAE HIBBERD, 1976
Ordnung Eiffellithales ROOD, HAY & BARNARD, 1971
Familie Zygodiscaceae HAY & MOHLER, 1967
Gattung *Crepidolithus* NOEL, 1965

Crepidolithus cavus PRINS in ROOD, HAY & BARNARD, 1973
(Taf. 3, Fig. 15)

- *1969 *Crepidolithus cavus*. — PRINS, Taf. 1, Fig. 4c
1973 *Crepidolithus cavus*. — PRINS in ROOD, HAY & BARNARD, 375, Taf. 2, Fig. 5
1979 *Crepidolithus impontus* GRÜN & ZWEILL, 1974 emend GOY. — GOY et al., 39, Taf. 2, Fig. 2
1987 *Crepidolithus cavus* PRINS in ROOD, HAY & BARNARD, 1973. — BOWN, 13, Taf. 1, Fig. 4–5, Taf. 12, Fig. 3–4
1988b *Crepidolithus cavus* PRINS in ROOD, HAY & BARNARD, 1973. — KRISTAN-TOLLMANN, 116, Taf. 2, Fig. 2

Bemerkungen: Laut emendierter Diagnose (GOY, 1979) ist *C. cavus* durch eine kleine, in der kurzen Achse des elliptischen Zentralfeldes befindliche Brücke charakterisiert. Die Zentralstruktur trägt einen Stachel. BOWN (1987: 14) weist darauf hin, daß diese filigranen Merkmale durch diagenetische Einwirkungen leicht zerstört werden können. Dies ist auch im vorliegenden Material der Fall. Durch um die Brücke neu sprossende Kalzitkristalle (overgrowth) wird hier fast der gesamte innere Bereich des Coccolithen ausgefüllt. Die Zuordnung zu *C. cavus* ist jedoch auf Grund des schmalen, hohen Distalschildes und des weiten Zentralfeldes gegeben.

Coccolithen-Länge: 7,5 μ
Zentralfeld-Länge: 5,1 μ

Coccolithen-Breite: 4,5 μ
Zentralfeld-Breite: 3,1 μ

Crepidolithus crassus (DEFLANDRE, 1954) NOËL, 1965
(Taf. 3, Fig. 14)

- *1954 *Discolithus crassus*. — DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 144, Taf. 15, Fig. 12–13
1987a *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954) NOËL, 1965. — BOWN, Taf. 1, Fig. 1–2
1987b *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954) NOËL, 1965. — BOWN, 16, Taf. 1, Fig. 6–11, Taf. 12, Fig. 5–6
1988b *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, 1954) NOËL, 1965. — KRISTAN-TOLLMANN, 115, Taf. 1, Fig. 8, Taf. 2, Fig. 1

Bemerkungen: *Crepidolithus crassus* ist durch ein schmales, oftmals nur schlitzförmiges Zentralfeld ohne jegliche zusätzliche Internstruktur (Brücken, Stacheln) charakterisiert. Im Untersuchungsmaterial stellt *C. crassus* die bei weitem häufigste Spezies dar. Dies liegt vor allem an der extremen Lösungsresistenz der Art (BOWN, 1987b). Sehr häufig ist ein Zuwachsen des Zentralfeldes durch diagenetisch gebildeten Kalzit (overgrowth) zu beobachten.

Coccolithen-Länge: 7,2–8,9 μ

Coccolithen-Breite: 4,1–5,5 μ

Ordnung Podorhabdales ROOD, HAY & BARNARD, 1971, emend. BOWN, 1987b
Familie Biscutaceae BLACK, 1971 emend. BOWN, 1987b
Unterfamilie Biscutoideae HOFFMANN, 1970
Gattung *Biscutum* BLACK in BLACK & BARNES, 1959

Biscutum novum (GOY, 1979) BOWN, 1987
(Taf. 3, Fig. 11)

- *1979 *Palaeopontosphaera nova*. — GOY in GOY et al., 42, Taf. 4, fig. 5
1987a *Biscutum novum* (GOY, 1979) n. comb. — BOWN, 41, Taf. 5, Fig. 13–16
1988b *Biscutum novum* (GOY, 1979) BOWN, 1987. — KRISTAN-TOLLMANN, 118, Abb. 2, Taf. 5, Fig. 1–6, Taf. 6, Fig. 2; 8

Diese häufiger auftretende Art wurde von BOWN (1987b) eingehend beschrieben. Sie ist unter anderem durch das ziemlich kleine, tiefe Zentralfeld, welches fast zur Gänze von einem Stachel ausgefüllt wird, gekennzeichnet.

Coccolithen-Länge: 4,1–4,9 μ Coccolithen-Breite: 3,2–4,0 μ
Zentralfeld-Länge: 1,8–2,2 μ Zentralfeld-Breite: 0,8–1,2 μ

Biscutum grandis BOWN, 1987b
(Taf. 3, Fig. 12)

Bemerkungen: Die vorliegenden Exemplare dieser seltenen Art sind im Zentrum stets mit granulärem Kalzit verfüllt. Die artliche Zuordnung erfolgte auf Grund der Größe, des weiten Zentralfeldes und der zumeist nicht abgeknickten radialen Suturen.

Coccolithen-Länge: 6,0–6,7 μ
Zentralfeld-Länge: 3,0–3,5 μ

Coccolithen-Breite: 5,0–6,25 μ
Zentralfeld-Breite: 2,0–2,5 μ

Ordnung Watznaueriales BOWN, 1987b

Familie Watznaueriaceae ROOD, HAY & BARNARD, 1971, emend. BOWN 1987b

Gattung Lotharingius NOËL, 1973 emend. GOY, 1979

Lotharingius haufforum. — GRÜN & ZWEILI in GRÜN et al., 1974
(Taf. 3, Fig. 13)

- *1974 *Lotharingius hauffi*. — GRÜN & ZWEILI in GRÜN, PRINS & ZWEILI, 306, Abb. 16, Fig. 1–6
1974 *Bennocyclus decussatus*. — ZWEILI & GRÜN in GRÜN, PRINS & ZWEILI, Taf. 14, Fig. 4–6, Abb. 6
1987b *Lotharingius hauffi* GRÜN & ZWEILI in GRÜN et al., 1974. — BOWN, 68, Taf. 9, Fig. 16, Taf. 15,
Fig. 2–3, Abb. 5, 13
1988b *Lotharingius haufforum* GRÜN & ZWEILI in GRÜN et al., 1974. — KRISTAN-TOLLMANN, 121, Taf. 8,
Fig. 1–6, 7, 8?

Bemerkungen: *L. haufforum* ist eine im vorliegenden Material des öfteren vorkommende Art, von welcher zumeist aber nur die distale Seite zu beobachten ist. Die auf Taf. 3, Fig. 13 abgebildete Proximalansicht ist von besonderem Interesse, da sie von GRÜN et al. (1974) als *Bennocyclus decussatus* n. gen., n. sp. beschrieben wurde. Die Zugehörigkeit von *B. decussatus* als Proximalseite von *L. haufforum* wurde sehr anschaulich von BOWN (1987b, Abb. 5) demonstriert.

Coccolithen-Länge: 4,5 μ

Coccolithen-Breite: 3,6 μ

Gattung *Bussonius* GOY, 1979

Bussonius sp.
(Taf. 3, Fig. 10)

Bemerkungen: Das einzige beobachtete Exemplar dieser Gattung ist diagenetisch beansprucht. Die ursprünglich in jedem Quadranten der Zentralstruktur vorkommenden Querbalken sind weggelöst, während das zu den Ellipsenachsen parallele Kreuz einen deutlichen Kalzitaufruch zeigt.

Coccolithen-Länge: 6 μ
Zentralfeld-Länge: 4 μ

Coccolithen-Breite: 4 μ
Zentralfeld-Breite: 2 μ

Die Originale zu dieser Arbeit sind an der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München, unter den Sammlungsnummern 1987 XXIII 1–5 (Ammoniten), G 4758–4760 a/89 (Dünnschliffe) und BSP REM T Eb 1–8 (REM-Träger) hinterlegt.

Dank

Diese Publikation beruht im wesentlichen auf Ergebnissen einer Diplomarbeit, welche unter der Leitung von Prof. Dr. D. HERM und Dr. T. STEIGER angefertigt wurde. Beiden sei auch für die kritische Durchsicht des Manuskripts, bzw. für Diskussionen gedankt. Dr. G. SCHAIRER, München bestimmte freundlicherweise die Ammoniten. Dipl.-Geol. F. SCHLAGINTWEIT danke ich für die Führung in seinem Diplomarbeitsgebiet.

Schriftenverzeichnis

- ANTONIADIS, P., (1975): Zur Paläogeographie des Lias in den mittleren Chiemgauer Alpen. – Diss. Univ. München, 167 S., 2 Abb., 4 Taf., 9 Profiltaf., 7 Beil.; München.
- BANDEL, K. & KNITTER, H., (1986): On the Origin and Diagenesis of the Bituminous Posidonia Shale of Southern Germany. – Mitt. Geol. Paläont. Inst. Univ. Hamburg, 60: 151–177, 27 Abb.; Hamburg.
- BARTENSTEIN, H. & BRAND, E., (1937): Mikropaläontologische Untersuchungen zur Stratigraphie des nordwestdeutschen Lias und Doggers. – Abh. Senck. naturforsch. Ges., 439: 224 S., 20 Abb., 5 Tab., 20 Taf.; Frankfurt am Main.
- BOWN, P. R., (1987a): The Structural Development of Early Mesozoic Coccoliths and its Evolutionary and Taxonomic Significance. – Abh. Geol. B.-A., 39: 33–49, 5 Abb., 3 Taf.; Wien.
- BOWN, P. R., (1987b): Taxonomy, Evolution, and Biostratigraphy of Late Triassic-Early Jurassic Calcareous Nannofossils. – Spec. Papers in Palaeontology, 38: 118 S., 19 Abb., 15 Taf.; London.
- BYERS, C. W., (1977): Biofacies patterns in euxinic basins: a general model. – Soc. Econ. Pal. Min. Spec. Publ., 25: 5–17, 8 Abb.; Tulsa.
- COLEMAN, B. E., (1981): Jurassic. The Bajocian to Bathonian. – In: JENKYN, D. G. & MURRAY, J. W. (eds.): Stratigraphical Atlas of Foraminifera, 106–124, 3 Abb., 4 Taf.; Chichester.
- CRUX, J. A., (1984): Biostratigraphy of Early Jurassic Calcareous Nannofossils from Southwest Germany. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 169: 160–186, 14 Abb.; Stuttgart.
- DIERSCHKE, V., (1980): Die Radiolarite des Oberjura im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen. – Geotekt. Forsch., 58: 217 S., 45 Abb., 1 Tab., 3 Taf., 7 Beil.; Stuttgart.
- EBLI, O., (1987): Geologisch-Paläontologische Untersuchungen im Westteil der Unkenner Mulde zwischen Ödenbach und Wielandsbach unter besonderer Berücksichtigung der jurassischen Sedimente. – Unveröffentl. Dipl.-Arb. Univ. München, 138 S., 43 Abb., 1 Tab., 14 Taf., 4 Beil., München.
- FISCHER, R., (1966): Die Dactyloceratidae (Ammonoidea) der Kammerker (Nordtirol) und die Zonengliederung des alpinen Toarcien. – Bayer. Akad. Wissensch. math. nat. Kl. Abh. n. F., 126: 83 S., 3 Abb., 5 Tab., 6 Taf.; München.
- FISCHER, R., (1969): Roter Ammonitenkalk und Radiolarit aus dem unteren Dogger der Kammerker (Nordtirol). – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 9: 93–116, 3 Abb.; München.
- FISCHER, R., JÄGER, M., KONSTANTINOPOULOU, A., KRISTAN-TOLLMANN, E., LUPPOLD, W. & OHM, H.-H., (1986): Paläontologie einer epikontinentalen Liasschichtfolge: Oberes Sinemurium bis Oberes Domerium von Empelde bei Hannover. – Facies, 15: 53–176, 14 Abb., Taf. 14–30; Erlangen.
- FUCHS, W., (1970): Eine alpine, tiefliassische Foraminiferenfauna von Hernstein in Niederösterreich. – Verh. Geol. B.-A., 1970/71: 66–145, 2 Abb., 10 Taf.; Wien.
- GARRISON, R. E. & FISCHER A. G., (1969): Deep-Water Limestones and Radiolarites of the Alpine Jurassic. – Soc. Econ. Pal. Min. Spec. Publ., 14: 20–56, 22 Abb., 2 Tab.; Tulsa.
- GERMANN, K. (1972): Verbreitung und Entstehung Mangan-reicher Gesteine im Jura der Nördlichen Kalkalpen. – Tschermarks Min. Petr. Mitt., 17: 123–150, 8 Abb.; Wien, New York.
- GERMANN, K. & WALDVOGEL, F., (1971): Mineralparagenesen und Metallgehalte der „Manganschiefer“ (Unteres Toarcium) in den Allgäu-Schichten der Allgäuer und Lechtaler Alpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 139: 316–345, 10 Abb., 4 Tab.; Stuttgart.
- GOY, G., NOËL, D. & BUSSON, G., (1979): Les conditions de sédimentation des schistes carton (Toarcien inf.) du bassin de Paris, déduites de l'étude des nannofossils calcaires et des diagraphies. – Doc. Lab. Geol. Fac. Sci. Lyon, 75: 33–57, 6 Taf.; Paris.
- GRÜN, W., PRINS, B. & ZWEILL, F., (1974): Coccolithophoriden aus dem Lias epsilon von Holzmaden (Deutschland). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 147: 294–328, 22 Abb.; Stuttgart.
- HAHN, F. F., (1910): Geologie der Kammerker-Sonntagshorngruppe. – Teil I.; Jb. Geol. R.-A., 60: 311–420, 20 Abb., Taf. XVI–XVII; Wien.
- JACOBSHAGEN, V., (1965): Die Allgäu-Schichten (Jura-Fleckenmergel) zwischen Wettersteingebirge und Rhein. – Jb. Geol. B.-A., 108: 1–114, 3 Abb., 2 Tab., 13 Taf.; Wien.
- JENKYN, H. C., (1985): The Early Toarcian and Cenomanian-Turonian anoxic events in Europe: comparisons and contrasts. – Geol. Rundschau, 74: 505–518, 4 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- JENKYN, H. C. & CLAYTON, C. J., (1986): Black shales and carbon isotopes in pelagic sediments from the Tethyan Lower Jurassic. – Sedimentol., 33: 87–106, 14 Abb., 2 Tab.; Amsterdam.

- KNITTER, J., (1983): Biostratigraphische Untersuchungen mit Ostracoden im Toarcien Süddeutschlands. – Facies, 8: 213–262, 4 Abb., 7 Taf.; Erlangen.
- KRISTAN-TOLLMANN, E., (1964): Die Foraminiferen aus den rhätischen Zlambachmergeln der Fischerwiese bei Aussee im Salzkammergut. – Jb. Geol. B.-A., Sdbd. 10: 189 S., 6 Abb., 39 Taf.; Wien.
- KRISTAN-TOLLMANN, E., (1988a): I. Coccolithen aus den Älteren Allgäuschichten (Alpiner Lias, Sinemur) von Timor, Indonesien. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 15: 71–83, 2 Abb., 3 Taf.; Innsbruck.
- KRISTAN-TOLLMANN, E., (1988b): II. Coccolithen aus dem Pliensbach (Ältere Allgäuschichten, Alpiner Lias) von Timor, Indonesien. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 15: 109–133, 3 Abb., 8 Taf.; Innsbruck.
- KRYSTYN, L., (1971): Stratigraphie, Fauna und Fazies der Klaus-Schichten (Aalenium-Oxford) in den östlichen Nordalpen. – Verh. Geol. B.-A., 1971: 486–509, 1 Abb., 3 Taf.; Wien.
- LOBITZER, H., KODINA, L. A., SOLTI, G., SCHWAIGHOFER, B. & SURENIAN, R. (1988): Fazies, Geochemie und Stratigraphie ausgewählter Vorkommen österreichischer organisch reicher Gesteine. – Ein Zwischenbericht. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 15: 85–107, 1 Abb., 9 Tab., 2 Taf.; Innsbruck.
- LOEBLICH, A. R. & TAPPAN, H., (1988): Foraminifera genera and their classification. – Vol. I: Text and indices 970 S.; New York.
- MORRIS, K. A., (1980): Comparison of major sequences of organic-rich mud deposition in the British Jurassic. – J. geol. Soc. London, 137: 157–170, 6 Abb., 4 Tab.; London.
- OESTERLE, H., (1968): Foraminiferen der Typlokalität der Birmersdorfer Schichten, unterer Malm (Teilrevision der Arbeiten von J. KÜBLER & H. ZWINGLI, 1866–1870 und H. R. NAÜSLER 1881–1893. – Eclogae geol. Helvet., 61: 695–792, 33 Abb.; Basel.
- PILLER, W., (1978): Involutinacea (Foraminifera) der Trias und des Lias. – Beitr. Paläont. Österreich, 5: 118 S., 16 Abb., 23 Taf.; Wien.
- RICHTER, H., (1987): Die Mikrofauna des Unteren Toarciums der Nordschweiz. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 176: 137–155, 7 Abb.; Stuttgart.
- RIEGRAF, W., (1985): Mikrofauna, Biostratigraphie und Fazies im Unteren Toarcium Südwestdeutschlands und Vergleiche mit benachbarten Gebieten. – Tübinger mikropaläont. Mitt., 3: 232 S., 33 Abb., 12 Taf.; Tübingen.
- RIEGRAF, W., LUTERBACHER, H. & LECKIE, R. M., (1984): Jurassic foraminifera from the Mazagan Plateau, Deep Sea Drilling Project Site 547, off Morocco. – Init Repts. DSDP, 79: 671–702, 5 Abb., 10 Taf.; Washington.
- RUGET, C., (1976): Révision des Foraminifères de la Collection Terquem I-Lias: Dentalina, Marginulina, Nodosaria. – Cah. Micropal., 4: 3–118, 16 Taf.; Paris.
- RUGET, C., (1985): Les Foraminifères du Lias de l'Europe Occidentale. – Doc. Lab. Geol. Lyon, 94: 273 S., 48 Abb., 9 Tab., 48 Taf.; Lyon.
- SCHLAGINTWEIT, F., (1986): Geologisch-Paläontologische Untersuchungen im Raum der Oberwössener Mulde, Chiemgauer Alpen; Blatt 8240 Marquartstein und Blatt 8340 Reit im Winkel, unter besonderer Berücksichtigung der oberkretazischen Gosau-Schichten. – Unveröffentl. Dipl.-Arb. Univ. München, 128 S., 55 Abb., 12 Taf., 2 Beil., München.
- TRÖSTER, J., (1987): Biostratigraphie des Obertoarciums und der Toarcium/Aalenium-Grenze der Bohrungen Weiach, Beznau, Riniken und Schafisheim (Nordschweiz). – Eclogae geol. Helv., 80: 431–447, 5 Abb., 5 Taf.; Basel.
- VORTISCH, W., (1938): Ein geologischer Querschnitt durch die Kammerker-Sonntagshorn-Gruppe. – Abh. Dtsch. Ges. Wissensch. u. Künste, Prag math.-nat. Abt., Bd I, 144 S., 15 Abb., 13 Taf.; Prag.
- WÄCHTER, J., (1987): Jurassische Massflow- und Internbreccien und ihr sedimentär-tektonisches Umfeld im mittleren Abschnitt der Nördlichen Kalkalpen. – Bochumer geol. u. geotechn. Arb., 27: 239 S., 51 Abb., 12 Taf.; Bochum.
- WALZEBUCK, J. P. (1982): Bedding Types of the Toarcian Black Shales in NW-Greece. – In: EINSELE, G. & SEILACHER, A. (eds.): Cyclic and Event Stratification: 512–525, 6 Abb.; Berlin, Heidelberg, New York.
- WELZEL, E., (1968): Foraminiferen und Fazies des fränkischen Domeriums. – Erlanger Geol. Abh., 69: 1–86, 14 Abb., 7 Tab., 3 Taf.; Erlangen.

Tafelerläuterungen

Tafel 1

Aufschlußverhältnisse und Mikrofazies der Lias-Epsilon-Schiefer der Unkenner Mulde und der Lechtaldecke.

- Fig. 1: Die Lias-Epsilon-Schiefer (a) sind auf Grund ihrer Lithologie besonders anfällig gegenüber tektonischen Beanspruchungen, so daß der Kontakt zum hangenden Klauskalk (b) diskordant erscheint. Unkenbach, östlich des Wielandsbaches; Aufschlußhöhe etwa 12 m.
- Fig. 2: Feingeschichteter Lias-Epsilon-Schiefer der Unkenner Mulde. Die Lamination beruht auf der lagenweisen Konzentration von Pyrit und organischer Substanz an Stylolithen. Grabgänge (mehrere kompaktierte Querschnitte, in der unteren Bildhälfte ein Längsschnitt) sind mikrosparitisch zementiert. Probe 7, Schliff G 4758 a/89, $\times 15$.
- Fig. 3: Bioturbate, massige Lage am Top der Schwarzschiefer mit einem hohen Filamentgehalt und einzelnen Echinodermerresten. Probe 12, Schliff G 4759 a/89, $\times 15$.
- Fig. 4: Typische Gesteinsausbildung der Sachranger Schiefer der Lechtaldecke. Die Lamination wird durch einen Wechsel von radiolarienreichen, hellen Lagen mit dunklen, fossilärmeren Bereichen erzeugt. Schliff G 4760 a/89, Zinterlinggraben bei Oberwössen, $\times 15$.

Tafel 2

Foraminiferen aus den Lias-Epsilon-Schiefern der Unkenner Mulde

- Fig. 1: *Annulina metensis* TERQUEM, 1862. Probe 8, Breite 0,33 mm, $\times 85$.
- Fig. 2: *Ammodiscus siliceus* (TERQUEM, 1862). Probe 8, Breite 0,35 mm, $\times 100$.
- Fig. 3: *Glomospira variabilis* (KÜBLER & ZWINGLI, 1876). Probe 4, Höhe 0,3 mm, $\times 90$.
- Fig. 4: *Glomospira variabilis* (KÜBLER & ZWINGLI, 1876). Probe 2, Höhe 0,22 mm, $\times 110$.
- Fig. 5: *Spiroplectammina* sp. Probe 3, Höhe 0,55 mm, $\times 67$.
- Fig. 6: *Involutina liassica* (JONES, 1853). Probe 2, Höhe 0,4 mm, Äquatorialansicht, $\times 85$.
- Fig. 7: *Involutina liassica* (JONES, 1853). Probe 4, Höhe 0,67 mm, Axialansicht, $\times 52$.
- Fig. 8: *Trocholina umbo* FRENTZEN, 1941. Probe 3, Höhe 0,27 mm, $\times 107$.
- Fig. 9: *Trocholina umbo* FRENTZEN, 1941. Probe 3, Höhe 0,17 mm, $\times 112$.
- Fig. 10: *Cyclogyra orbicula* (TERQUEM & BERTHELIN, 1875). Probe 2, Höhe 0,35 mm, $\times 55$.
- Fig. 11: *Dentalina integra* (KÜBLER & ZWINGLI, 1866). Probe 1, Höhe 0,95 mm, $\times 40$.
- Fig. 12: *Dentalina subulata* FRANKE, 1936. Probe 6, Höhe 0,95 mm, $\times 40$.
- Fig. 13: *Pseudonodosaria vulgata* (BORNEMANN, 1854). Probe 7, Höhe 0,55 mm, $\times 65$.
- Fig. 14: *Pseudonodosaria melo* (BORNEMANN, 1854). Probe 8, Höhe 1,05 mm, $\times 34$.
- Fig. 15: *Pseudonodosaria multicostata* (BORNEMANN, 1854). Probe 2, Höhe 0,36 mm, $\times 94$.
- Fig. 16: *Lingulina tenera* BORNEMANN, 1854. Probe 7, Höhe 0,5 mm, $\times 66$.
- Fig. 17: *Lingulina tenera* BORNEMANN, 1854. Probe 8, Höhe 0,5 mm, $\times 82$.

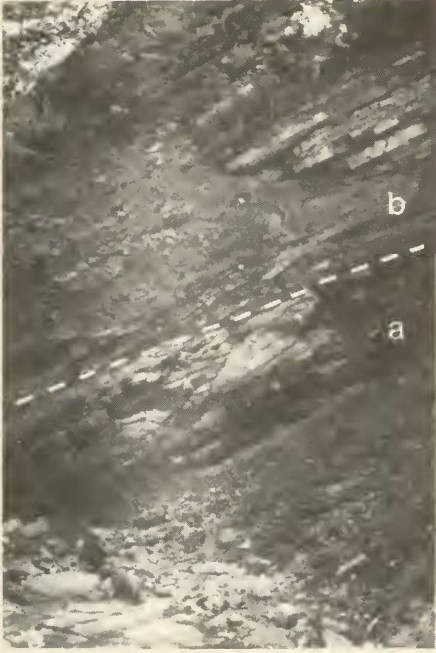
Die abgebildeten Foraminiferen befinden sich auf den REM-Trägern BSP REM T Eb 1–3.

Tafel 3

Foraminiferen und Coccolithen aus den Lias-Epsilon-Schiefern der Unken- Mulde.

- Fig. 1: *Astacolus varians* (BORNEMANN, 1854). Probe 10, Höhe 0,5 mm, \times 70.
Fig. 2: *Astacolus matutina* (d'ORBIGNY, 1849). Probe 3, Höhe 0,46 mm, \times 76.
Fig. 3: *Lenticulina subalata* (REUSS, 1854). Probe 2, Höhe 0,8 mm, \times 50.
Fig. 4: *Lenticulina gottingensis* (BORNEMANN, 1854). Probe 9, Höhe 0,48 mm, \times 60.
Fig. 5: *Palmula cuneiformis* (TERQUEM, 1866) Probe 5, Höhe 1,14 mm, \times 35.
Fig. 6: *Palmula liassica* (KÜBLER & ZWINGLI, 1866). Probe 10, Höhe 0,6 mm, \times 58.
Fig. 7: *Palmula securiformis* (TERQUEM, 1863). Probe 2, Höhe 0,9 mm, \times 36.
Fig. 8: *Marginulina minuta* TERQUEM, 1868. Probe 5, Höhe 0,95 mm, \times 40.
Fig. 9: *Citharina gradata* (TERQUEM, 1862). Probe 10, Höhe 0,8 mm, \times 44.
Fig. 10: *Bussonius* sp. Probe 10, Coccolithen-Länge 6 μ , \times 5000, Distal.
Fig. 11: *Biscutum novum* (GOY, 1979) BOWN, 1987. Probe 10, Coccolithen-Länge 4,9 μ , \times 5000, Distalansicht.
Fig. 12: *Biscutum grandis* BOWN, 1987 b. Probe 10, Coccolithen-Länge 6,7 μ , \times 4000, Distalansicht.
Fig. 13: *Lotharingius haufforum* GRÜN & ZWEILI in GRÜN et al., 1974. Probe 10, Coccolithen-Länge 4,5 μ , \times 6000, Proximalansicht.
Fig. 14: *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE, 1954) NOEL, 1965. Probe 10, Coccolithen-Länge 8,9 μ , \times 3000, Distalansicht.
Fig. 15: *Crepidolithus cavus* PRINS in ROOD, HAY & BARNARD, 1973. Probe 10, Coccolithen-Länge 7,5 μ , \times 3500, Distalansicht.

Die abgebildeten Foraminiferen befinden sich auf den REM-Trägern BSP REM T Eb 4–5, die Coccolithen auf den REM-Trägern BSP REM T Eb 6–8.



1



2



3



4

